L.1 HUXLEY LIBRARY LONDON SHL WITHDRAWN C.7.237

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

PUBLICATIONS DE CIRCONSTANCE

N° 46

Cupboard
Shelf
Box 25

DOZENT DR. GUIDO SCHNEIDER, RIGA

UEBER DAS WACHSTUM DER AALE *(ANGUILLA VULGARIS* FLEM.) IN DEN GEWÄSSERN SCHWEDENS

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

MARS 1909

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

PUBLICATIONS DE CIRCONSTANCE

N° 46

DOZENT DR. GUIDO SCHNEIDER, RIGA

UEBER DAS WACHSTUM DER AALE *(ANGUILLA VULGARIS* FLEM.) IN DEN GEWÄSSERN SCHWEDENS

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

MARS 1909

Imprimerie J. Jørgensen & Cie (M. A. Hannover)

UEBER DAS WACHSTUM DER AALE *(ANGUILLA VULGARIS* FLEM.) IN DEN GEWÄSSERN SCHWEDENS.

VON

DOZENT DR. **GUIDO SCHNEIDER,** (RIGA).

Mit 1 Textfigur.

Nachdem schon BAUDELOT in seiner Arbeit »Recherches sur la structure et le développement des écailles des poissons osseux« [1]) die Vermutung ausgesprochen hatte, dass die aus elliptischen oder kreisförmigen Kalkplättchen zusammengesetzten, ringförmigen, konzentrischen Streifen oder Zonen in der Schuppe von *Anguilla vulgaris* Zuwachszonen entsprechen, ist dieser Gedanke von K. J. GEMZØE [2]) weiter ausgeführt und zur Basis seiner Untersuchung über Alter und Wachstum der Aale in den dänischen Gewässern gemacht worden.

Nach GEMZØE entsprechen nicht nur die voll ausgebildeten und durch schmale, aber deutlich ins Auge fallende Zwischenräume voneinander getrennten ringförmigen Zonen je einem Jahreszuwachs und werden Jahresringe (Aarringe) genannt, sondern auch die kappen- oder halbmondförmigen Gebilde, die oft zwischen solche Ringe eingeschoben sind und als in der Entwicklung gehemmte Zuwachszonen aufzufassen sind, werden als Jahresringe oder Jahreszonen, wie ich vorziehe solche Zonen zu nennen, mitgezählt.

Ferner findet GEMZØE, dass die Schuppen eines und desselben Aalindivids keineswegs überall dieselbe Anzahl von Jahreszonen besitzen, und zieht daraus den Schluss, dass die Schuppen eines Exemplares verschieden alt sein können. Die ältesten Schuppen finden sich nach GEMZØE an derjenigen Stelle zu beiden Seiten der Seitenlinie und vor dem Querschnitt des Anus, wo nach C. G. JOH. PETERSEN an etwa 20 cm langen Aalen zuerst Schuppen erscheinen.

Aus GEMZØE's eingehenden Untersuchungen erfahren wir auch noch, dass bei einer Länge von 16 bis 20 cm die ersten Schuppen an den erwähnten Stellen über der Seitenlinie und vor dem Quer-

[1]) Archives de Zoologie exp. et gén. Tome 2, 1873.

[2]) Om Aalens Alder og Vækst Beretning til Landbrugsministeriet fra den danske biologiske Station. XIV, 1906.

schnitt durch die Analregion auftreten, und zwar nicht vor Mitte Juni, und dass Ende September in den dänischen Gewässern das Wachstum der ersten Jahreszone beendet ist. Von Mitte Juni bis Ende September dauert auch die Ausbildung der späteren Jahreszonen der Schuppen, wenn nicht, was bei vielen Schuppen sich ereignet, schon bald nach Mitte August ihr Wachstum abgeschlossen wird. Man kann also vor dem Juni nicht darauf rechnen, neue Jahresringe an den Schuppen zu finden, während im Juli schon alle vorhandenen Schuppen neue Zuwachsstreifen zeigen.

Alle diese von GEMZØE festgestellten Details lassen es kaum noch zweifelhaft erscheinen, dass in der Tat die aus kleinen Kalkplättchen gebildeten, mehr oder weniger ringförmigen Zonen in voller und auch in teilweiser Ausbildung (Kappen) je einem jährlichen Zuwachsstreifen der Schuppe entsprechen und deshalb recht wohl zur Altersbestimmung der Aale benutzt werden können. Nun entsteht aber die Frage: wie alt an Jahren ist der Aal, wenn in seiner Haut sich die ersten Schuppen anlegen?

Nach JOHS. SCHMIDT [1]) brauchen die aus der Ostsee kommenden Wanderaale etwa 200 bis 220 Tage, um ihre Laichplätze westlich von den britannischen Inseln zu erreichen. Da die Aale etwa im August und September das Skagerak passieren, kann also vor März oder April des folgenden Jahres die Laichung nicht vor sich gehen. Nun treten aber junge Glasaale (Montée) schon Ende September frühestens an den Küsten des Atlantischen Ozeans auf, also im Alter von wahrscheinlich einem halben Jahr.

Sukzessive sieht man sie dann an den Küsten des Ärmelkanales, der Nordsee, des Skagerak und Kattegat auftreten, und im Mai erscheinen sie erst in den Gewässern östlich von Dänemark. Die hier eintreffenden Aale können also schon rund ein Jahr alt sein [2]).

GEMZØE beginnt seine Rechnung von dem Augenblick, wo die Aale Dänemark erreicht haben, und findet durch Aufstellung von Grössenkategorien nach dem sog. Masssystem, dass vor Anlage der ersten Schuppen die Jungaale in dänischen Gewässern zwei Jahre gelebt haben. Ihr faktisches Alter beim Beginn der Schuppen-

---

[1]) FILIP TRYBOM und GUIDO SCHNEIDER, Die Markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichneter Aale in der Ostsee. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer. Vol IX, p. 57.

[2]) JOHS. SCRMIDT, Contributions to the Life-History of the Eel *(Anguilla vulgaris, Fbm.)* Rapports et Procès-verbaux du Conseil Intern. etc. Vol V (1906) p. 174.

«The metamorphosis is completed in the summer months in Denmark (and probably also everywhere in North and West Europe). It has thus lasted ca. 1 year, during which time the fish have taken no food«.

bildung kann aber nach unserer obigen Rechnung nicht weniger als drei Jahre betragen.

Die Bildung von knöchernen Wirbeln beginnt wohl in der Regel schon zwei Jahre früher als die erste Schuppenbildung, nämlich schon während des ersten Sommers nach der Ankunft an den Küsten des Skagerak und Kattegat und im zweiten Lebensjahr.

Durch Auskochung mit Kalilauge erhielt ich aus einem 63 mm langen, am 9. Juli 1908 bei der schwedischen zoologischen Station Kristineberg an der Mündung des Gullmarsfjords gefangenen Aal bereits verkalkte Wirbel mit vollständig ausgebildetem neuralen Bogen und Ansätzen zu einem Paare hämaler Fortsätze. Die geringe Grösse des Exemplares spricht dafür, dass es im Frühjahr des Jahres 1908 eingewandert war. Die kalkhaltige Lamelle, aus der der Wirbelkörper besteht, ist noch ausserordentlich dünn und durchscheinend, ebenso wie auch der neutrale Bogen. Von einer Schichtung ist noch absolut nichts zu bemerken.

Die Untersuchung von Rückenwirbeln älterer Jungaale, die bereits Schuppen hatten, ergab, dass die Anlage der ersten Schuppen nicht immer in demselben Lebensjahre stattfindet, falls wir annehmen, dass die Bildung knöcherner Wirbel stets im zweiten Lebensjahre beginnt. Zwei junge Aale von 327 und 347 mm Länge, die am 18. Juli 1908 bei Norrköping im Motalaelf gefangen waren, zeigten fünf Zuwachszonen in den Wirbelkörpern, aber nur zwei Jahreszonen in den ältesten Schuppen. Ebenso viele Zuwachszonen zeigten aber auch die Wirbel von zwei, gleichzeitig mit den oben erwähnten, bei Norrköping gefangenen Aalen von 352 und 370 mm Länge, von denen der eine drei, der andere aber vier Jahreszonen in den Schuppen zeigte. Es können demnach, wie es scheint, die ersten Schuppen ein, zwei oder drei Jahre nach dem Erscheinen von Kalk in den Wirbeln angelegt werden.

Jedenfalls widerspricht das Resultat meiner Untersuchung von Wirbeln nicht der von Gemzøe auf Grund der Massmetode aufgestellten Behauptung, dass im dritten Jahre nach dem Erscheinen bei Dänemark die Aale ihre ersten Schuppen erhalten, sondern deckt sich mit ihr in der Hauptsache. Mir scheint es jedoch, dass auch im zweiten und vierten Sommer nach dem Eintreffen im Skagerak und Kattegat bei einigen jungen Aalen die ersten Schuppen auftreten können. Lassen wir diese Abweichungen nicht beiseite, so erhalten wir folgendes Bild vom Entwicklungsgang junger Aale unter der Voraussetzung, dass das *Leptocephalus*-stadium nur einen Sommer dauert:

1. Sommer — Ei- und *Leptocephalus*-stadium. Im Winter darauf die Wanderung an die Küsten.
2. Sommer — Bildung der ersten Jahreszone der knöchernen Wirbel.
3. Sommer — Bildung der zweiten Jahreszone der Wirbel und bei einigen Auftreten der ersten Schuppen.
4. Sommer — Bildung der dritten Jahreszone der Wirbel und Auftreten der ersten Schuppen bei der Mehrzahl.
5. Sommer — Bildung der vierten Jahreszone der Wirbel und verspätetes Auftreten der ersten Schuppen bei einigen.

Als absolut sicheres Merkmal für das Alter eines Aalindividuums an Jahren können also die Zuwachszonen der Schuppen nicht dienen, was in anbetracht des sehr unregelmässigen Entwicklungsganges mancher Exemplare eigentlich schon a priori zu erwarten war.

Im grossen und ganzen aber können wir zu sehr brauchbaren Resultaten gelangen, wenn wir, wie es Gemzøe tat, den dritten Sommer nach der Ankunft im Kattegat, welcher nach unserer Rechnung in das vierte Lebensjahr fällt, als die Zeit des Auftretens der ersten Schuppen ansehen.

Das Wachstum des Aales ist nämlich, wie auch bei vielen anderen Fischen, direkt von der Menge der Nahrung abhängig. Scheinbar munter, aber ohne im geringsten zu wachsen, kann ein junger Aal in den ersten Lebensjahren Monate hindurch absolut hungern. Auch sistiert die Entwicklung während solcher Fastenperioden scheinbar völlig. Gemzøe hat z. B. Glasaale im Aquarium ohne Nahrung von Mitte Mai bis Ende August lebend erhalten und dabei die Beobachtung gemacht, dass die jungen Fische am Ende der Fastenzeit noch ganz unveränderte Glasaale waren, während die Altersgenossen im Freien (die O-Gruppe nach Gemzøe) schon völlig den Habitus von pigmentierten Aalen erlangt hatten. Mir gelang es, vom 4. Juni bis zum 3. Oktober, also 4 volle Monate, zwei Aale von 79 und 81 mm Länge fast ohne Nahrung und ohne dass sie in dieser Zeit an Länge zunahmen im Aquarium zu halten. Zuletzt kamen leider beide infolge eines unglücklichen Zufalles durch Vergiftung um; sonst hätten sie vielleicht noch lange ohne Nahrung leben können. Die Wirbel bei diesen Exemplaren, welche natürlich noch keine Spur von Schuppen hatten, waren bereits viel stärker verknöchert als bei dem oben erwähnten Exemplar von 63 mm Länge, aber sie enthielten nur etwa halb so viel Knochensubstanz, als die eines wohlgenährten, 77 mm langen Exemplares, das am 9. Juli 1908 an der Mündung des

Gullmarfjords gefangen war, Reste von Insektenlarven als Nahrung im Magen barg, und dessen Wirbelkörper schon deutlich zwei Schichten in der kalkhaltigen Knochensubstanz erkennen liessen.

Infolge des Fastens unterbleibt also bei jungen Aalen

1) die Entwicklung des Pigments
2) die Bildung von Schuppen
3) die Bildung von Knochensubstanz an den Wirbeln.

Die Zeit, während welcher ein junger Aal ganz ohne oder mit einem solchen Minimum von Nahrung leben kann, dass seine Entwicklung scheinbar ganz sistiert, ist so lang, dass, wie ich bei meinem oben erwähnten Experimente mit fastenden Aalen feststellte, ein ganzer Sommer oder, was dasselbe ist, ein ganzes Entwicklungsjahr, so zu sagen, ausgelöscht werden kann, indem die Merkmale eines durchlebten Sommers an Wirbeln und Schuppen zusammen (oder vielleicht auch bisweilen nur an den Schuppen) d. h. die Zuwachszonen ausbleiben.

In der freien Natur wird völlige Hemmung der Entwicklung wohl nicht oft vorkommen; doch die Möglichkeit, dass infolge mangelhafter Ernährung oder durch Krankheiten nur sehr schmale Zuwachszonen an den Wirbelkörpern und eventuell gar keine Schuppen gebildet werden, ist immerhin in Erwägung zu ziehen.

Ferner bewirkt das bei ungleicher Ernährung sehr ungleiche Wachstum des Aales, dass nicht immer mit Hülfe der Massmethode Jahresgruppen aufzufinden sind[1]), da dieselben, mehr noch als bei anderen Fischen, beim Aal durch langsames und ungleiches Wachstum verwischt werden. Mir ist es unter 61 Exemplaren von 63 bis 104 mm Länge, die mir am 9. Juli 1908 an der Mündung des Gullmarfjords gefangen und in Alkohol konserviert vom Fischereiintendanten Dr. K. A. Andersson zugeschickt wurden, nicht gelungen, Altersgruppen festzustellen. Folgende Tabelle gibt die Längenmasse wieder und nebenbei die Masse von gleichfalls noch schuppenlosen Jungaalen aus der Löddeå bei Malmö, die mir vom Assistenten an der Fischereiversuchsstation Aneboda Harald Nordqvist gebracht und von mir lebend gemessen wurden, und von jungen Aalen aus dem Wasserfall Trollhättan, die für mich auf Anordnung des Fischereiinspektors von Schweden Dr. Filip Trybom am 21. August 1907 gefangen und ebenfalls frisch untersucht wurden.

Tabelle I umfasst nach meiner Berechnung Individuen, die im 2. und 3. und unter Umständen auch schon im 4. Lebens-

[1]) F. Trybom und Guido Schneider, Das Vorkommen von »Montées» und die Grösse der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer. Vol. IX. p. 62.

Tab. I.

AALE VOR BEGINN DER SCHUPPENBILDUNG.

Fundort	Fangzeit	Totallänge in mm	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt
		(frisch gemess.)		
Löddeå bei Malmö (Seit dem 4. Juni im Aquarium gehalten)	4./VI 08	68	2	98,5 mm
	—	70	1	
	—	73	1	
	—	78	1	
	—	120	1	
	—	133	1	
	—	178	1	
	18./VIII 08	109	1	
	—	119	1	
	3 /X 08	79	1	
	—	81	1	
		(Alkohol exempl.)		
Nahe bei Göteborg	6./VI 08	64	1	91,3 mm
	—	66	1	
	—	68	1	
	—	91	1	
	—	110	1	
	—	112	1	
	—	128	1	

Fundort	Fangzeit	Totallänge in mm	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt
		(Alkohol-exempl.)		
Kristineberg an der Mündung des Gullmarfjords	9./VII 08	63	2	70,8 mm
	—	64	3	
	—	65	3	
	—	66	4	
	—	67	8	
	—	68	13	
	—	69	6	
	—	70	7	
	—	71	3	
	—	72	2	
	—	73	2	
	—	74	1	
	—	77	1	
	—	80	1	
	—	82	1	
	—	85	1	
	—	89	1	
	—	95	1	
	—	104	1	
		(frisch gemess.)		
Wasserfall Trollhättan	21 /VIII 08	142	1	162,0 mm
	—	171	1	
	—	173	1	

jahr stehen können, falls durch Nahrungsmangel oder andere Umstände ihre Entwicklung verzögert wurde.

Im Stadium der ersten Schuppenbildung habe ich wenige Exemplare, und zwar nur von zwei Fundorten erhalten, nämlich 5 Stück aus dem Wasserfall Trollhättan und 1 von Norrköping; wie Tabelle II zeigt.

Tab. II.

AALE IM BEGINN DER SCHUPPENBILDUNG.

Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt
Motalaelf bei Norrköping	18./VII 08	290 mm	1	—
Wasserfall Trollhättan	21./VIII 07	155 mm	1	234,2 mm
	—	199 —	1	
	—	223 —	1	
	—	296 —	1	
	—	298 —	1	

Tab. III.

AALE MIT ZWEI JAHRESZONEN DER ÄLTESTEN SCHUPPEN.

Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt	Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt
		mm					mm		
Motalaelf bei Norrköping	14./VII 08	238	1	276,6 mm	Dalelf bei Elfkarleby	12./IX 07	224	1	315,7 mm
	—	277	1			—	264	1	
	—	315	1			—	271	1	
	18./VII 08	250	1	313,23 mm		—	275	1	
	—	275	1			—	284	1	
	—	285	1			—	287	1	
	—	290	2			—	288	2	
	—	293	1			—	293	1	
	—	300	4			—	294	2	
	—	303	1			—	295	1	
	—	305	1			—	297	2	
	—	310	2			—	302	2	
	—	315	2			—	303	1	
	—	316	1			—	305	1	
	—	317	1			—	309	1	
	—	320	1			—	310	1	
	—	321	1			—	311	1	
	—	325	1			—	315	2	
	—	327	1			—	322	2	
	—	330	1			—	323	1	
	—	333	1			—	324	1	
	—	335	2			—	325	1	
	—	340	1			—	326	1	
	—	345	2			—	328	2	
	—	347	1			—	330	1	
						—	331	1	
						—	333	1	
						—	335	1	
						—	336	1	
						—	338	1	
						—	342	2	
	21 /VIII 07	227	1	280,8 mm		—	345	1	
Wasserfall Trollhättan	—	255	1			—	347	1	
	—	270	1			—	348	1	
	—	287	1			—	350	1	
	—	365	1			—	353	1	
						—	358	1	
						—	361	1	
						—	370	1	

Nehmen wir an, dass durchschnittlich im Sommer des vierten Lebensjahres die Schuppenbildung bei den meisten Aalen beginnt, so müssen wir in den in der Tabelle II angeführten Exemplaren etwa $3^1/_2$ Jahr alte Aale sehen, bei denen im August die Bildung der ersten Jahreszone der Schuppen schon bald beendet sein konnte.

Die grosse Mehrzahl der jungen Aale, die im Juli bis September an der Ostküste Schwedens in die Flussmündungen einwandern, gehört zum nächsten Stadium mit zwei deutlichen Zonen

in jeder von den ältesten Schuppen, oder, mit anderen Worten, zu den wahrscheinlich im fünften Lebensjahr stehenden Aalen. Tabelle III gibt die Masse der von mir aus verschiedenen Flüssen untersuchten Aale dieser für uns interessantesten Entwicklungsphase wieder.

Die durchschnittliche Länge dieser Altersstufe betrug bei den Aalen aus dem Motalaelf etwa 313, bei denen aus dem Dalelf etwa 316 mm, im allgemeinen also ungefähr 31,5 cm. Das ungleiche Wachstum tritt auch hier deutlich zutage in der bedeutenden Längendifferenz der kleinsten und grössten in der Tabelle III aufgeführten Exemplare, die beinahe 14 cm beträgt, wobei noch zu beachten ist, dass wir es hier nur mit weiblichen Exemplaren zu tun haben. Die fünf Exemplare aus dem Wasserfall Trollhättan massen im Durchschnitt nur 290 mm; doch ist diese Angabe wegen der geringen Anzahl der aufgemessenen Exemplare nicht massgebend.

Die Aale mit drei Jahreszonen in den Schuppen zeigten bereits eine Durchschnittslänge von 350 bis 375 mm. Alle in der nun folgenden Tabelle IV aufgeführten Exemplare waren ebenfalls weiblich, und erst unter den älteren Jahrgängen mit 4 bis 7 Zuwachszonen in den Schuppen werden wir Männchen antreffen, die in der Tabelle V durch das Zeichen ♂ gekennzeichnet werden. In der Tabelle V gebe ich keine Durchschnittslängen an, weil das aufgemessene Material zu dürftig war, um solchen Zahlen irgend welchen Wert zu verleihen. Interessant

Tab. IV.

AALE MIT DREI JAHRESZONEN DER ÄLTESTEN SCHUPPEN.

Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt	Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare	Totallänge im Durchschnitt
		mm					mm		
Motalaelf bei Norrköping	14./VII 08	326	1	351,2 mm	Dalelf bei Elfkarleby	12./IX 07	321	1	375,0 mm
	—	330	1			—	350	1	
	—	335	1			—	357	1	
	—	375	1			—	362	1	
	—	390	1			—	363	1	
Motalaelf bei Norrköping	18./VII 08	335	1	350,4 mm		—	370	1	
	—	350	1			—	371	1	
	—	352	1			—	383	1	
	—	355	1			—	385	2	
	—	360	1			—	387	1	
	—	370	1			—	388	1	
						—	435	1	
Wasserfall Trollhättan	21./VIII 07	359	1	360,0 mm					
	—	361	1						

Tab. V.

AALE MIT 4 BIS 9 JAHRESZONEN DER ÄLTESTEN SCHUPPEN.

Fundort	Fangzeit	Totallänge (frisch gemessen)	Anzahl der Exemplare und Tracht	Anzahl der Jahreszonen der Schuppen
Motalaelf bei Norrköping	14./VII 08	368 mm	1, grün	4
	—	430 —	1, grün	4
	18./VII 08	360 —	1, grün	4
	—	370 —	1, grün	4
Binnengewässer im Kirchspiel Aneboda in Kronobergs-Län	7./VII 07	590 mm	1, grün	4
	6./VII 07	701 —	1, grün	5
	12./VII 07	940 —	1, blank	7 (wog 1,3 Kg.)
	3./VII 08	1000 —	1, übergang	9 (wog 2,4 Kg.)

Fundort	Fangzeit	Totallänge (in Formol gem.)	Anzahl der Exemplare u. Geschlecht	Anzahl der Jahreszonen der Schuppen
Öresund bei Malmö	Ende März 06	420 mm	1 ♀	4
	—	410 —	1 ♂	6
	—	405 —	1 ♂	7

wäre es übrigens, auch aus älteren Jahrgängen grössere Mengen von Aalen zu messen, um die mit dem Alter wahrscheinlich stark zunehmende Variationsbreite im Längenwachstum zu studieren.

Die beiden männlichen Aale der Tabelle V, die bei einer Länge von 410 und 405 mm bereits 6 bezw. 7 Jahreszonen in den Schuppen aufweisen, sind also, da sie im März gefangen wurden wenigstens volle 9 bezw. 10 Jahre alt und haben sich 8 bezw. 9 Jahre im Gebiete des Kattegat bezw. der Ostsee aufgehalten. Gemzøe hat bloss einmal einen männlichen Aal gesehen, der $8^1/_2$ Jahr alt war, während weibliche Aale nach Angaben desselben Autors kaum vor $6^1/_2$ Jahren »blank« werden, die meisten im Alter von $7^1/_2$ und $8^1/_2$ Jahren, während noch ältere Aalweibchen selten gefunden würden. Von einem $12^1/_2$ Jahr alten ♀ wird angegeben, dass es 5 Pfund gewogen habe. Gemzøes Altersangaben scheinen sich jedoch nie auf das absolute Alter seit dem Ausschlüpfen aus dem Ei, sondern stets nur auf die Zeit zu beziehen, die seit der Ankunft in den dänischen Gewässern verflossen ist. Wir müssten also überall ein Jahr hinzufügen, um das absolute Alter annähernd anzugeben.

Das älteste Aalweibchen in meiner Tabelle V, das 100 cm lang war und 2,4 kg wog, befand sich, nach meiner Rechung, wohl

wenigstens im 12. Lebensjahr. Es hatte noch nicht die volle »blanke« Färbung eines Wanderaals angenommen, sondern befand sich noch in der Übergangstracht, und die Anwesenheit von 3 Exemplaren von *Bothriocephalus claviceps* Goeze und 2 Exemplaren von *Echinorhynchus clavaeceps* Zed. in seinem Darme bewies, dass, wenn auch im Augenblick des Fanges keine Nahrung mehr im Darm vorhanden war, so doch vor nicht langer Zeit die Wanderungs- und Fastenzeit begonnen hatte. Untenstehende photographische Abbildung eines Ausschnittes aus einer der ältesten Schuppen zeigt uns in ungefähr 66-facher Vergrösserung deutlich die neun Jahreszonen.

Schuppe eines 100 cm langen und 2,4 kg schweren Aales, gef. d. 3./VII zu Aneboda. Ca 66-fache Vergrösserung.

Gegenüber solch altem Aal, der sich eben erst zur Wanderung anschickt, imponieren die beiden anderen ebenfalls in den Gewässern von Aneboda im Juli gefangenen grünen Aale, die bei 59 und über 70 cm Länge nur 4 bezw. 5 Jahreszonen der ältesten Schuppen aufwiesen [1]), durch ihre Jugend. Sie haben offenbar in den krebsreichen Binnengewässern südlich vom Wetternsee bessere Nahrungsverhältnisse gefunden, als die 6 Jahr alten, d. h. 4 Jahreszonen der Schuppen aufweisenden, 37 bis 43 cm langen grünen Aale aus dem Motalaelf, welche zusammen mit jüngeren, eben erst einwandernden Aalen bei Norrköping Mitte Juli gefangen wurden.

Die bereits mehrfach von mir erwähnte Tatsache der direkten Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit der Aale von der

[1]) Guido Schneider, Om fiskarnes val af föda och fisksjukdomar i trakten af Aneboda fiskeriförsöksstation. Skrifter utgifna af Södra Sveriges Fiskeriförening, Nr. 2, 1907.

Menge der Nahrung ist schon seit langen Jahren praktisch in Teichen konstatiert worden [1]).

Neuere wertvolle Daten bringt u. a. Dr. A. Bellini im seinem Bericht über seine Versuche mit der Aufzucht von Aalbrut in seinen Teichen in Comacchio in Italien. Bellini [2]), dessen Arbeit mir im Original leider nicht zugänglich ist, fand, wie ich einem Referat der Allgemeinen Fischereizeitung (Jahrg. 1908, Nr. 3) entnehme, dass bei den aus Livorno stammenden Glasaalen, solange sie noch durchsichtig sind, der Grösse nach drei Gruppen unterschieden werden können: 1. Aale von 56 bis 61 mm Länge, 2. Aale von 65 bis 73 mm Länge und 3. Aale von 78 bis 84 mm Länge.

In den Teichen von Comacchio erhielten die jungen Aale teils mehr, teils weniger reichliches Futter, das aus Insekten, Schnecken, Erdwürmern, getrocknetem Blut und anderen Schlachthausabfällen bestand, und ein Teil wurde gar nicht gefüttert, sondern war auf die natürliche Nahrungsproduktion der Teiche angewiesen. Das Resultat zeigte, dass die Glasaale der ersten Gruppe, d. h. die von 56 bis 61 mm Länge, zu 99 % Männchen lieferte, die im 1. Jahr auf 119 mm ohne Fütterung und auf 133 mm bei reichlicher Mast abwuchsen; im 2. Jahre auf 230 bezw. 246,5 mm, im 3. Jahre auf 324 bezw. 406,5 und in 3 Jahren und 8 Monaten mit 324 bezw. 407 mm Länge reif zum Wandern wurden. Also im 4. Jahre nach dem Einsetzen in die Teiche und vielleicht im 5. Lebensjahre waren diese Aalmännchen schon zu Wanderaalen geworden.

Die beiden anderen Gruppen von Glasaalen aus der Montée von Livorno lieferten Weibchen, und zwar die zweite Gruppe solche, die im 5. Jahre nach dem Aussetzen in die Teiche von Comacchio bei 551 bis 663,5 mm Länge zu Wanderaalen wurden, und die dritte Gruppe der grössten Glasaale Individuen, welche erst im 6. oder 7. Jahre aufhörten zu fressen.

Bei allen drei Gruppen zeigte sich deutlich der Einfluss stärkerer Fütterung durch entsprechend schnelleres Wachstum und ein wenigstens um Monate früheres Eintreten der Wanderreife.

Diese seit dem Jahre 1898 ausgeführten Untersuchungen sind, obgleich von den Zuwachszonen der Schuppen und Wirbel in dem mir zugänglichen kurzen Referat nichts gesagt ist, doch von grossem Wert, indem sie zeigen, dass weibliche Montée in den

---

[1]) Filip Trybom und Guido Schneider, Das Vorkommen von »Montées« und die Grösse der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer, Vol IX (1908) p. 63.

[2]) A. Bellini, Experiences sur l'élevage de l'anguille en stabulation à Comacchio. Bull. de la Soc. Centrale d'Agriculture et de Pêche. T. XIX Nr. 4 ff.

wahrscheinlich sehr nahrungsreichen und jedenfalls warmen Teichen von Comacchio ohne künstliche Fütterung in einem Jahre Längen von 182,5 bis 246 mm erreichen kann, also bis an die Grenze der beginnenden Schuppenbildung heranwachsen kann, die nach Gemzøe's Untersuchungen erst im 3. Sommer nach der Ankunft in dänischen Gewässern und nach meiner Auffassung im 2. bis 4. Sommer von unseren nördlichen Aalen erreicht wird (oder durchschnittlich im 4. Lebensjahre).

Wanderfähig wurden die weiblichen Aale in Comacchio im 5., 6. und 7. Jahr nach der Einsetzung in die Teiche, die Gruppe II früher als die Gruppe III. Die skandinavischen Aale werden nach Gemzøe kaum vor $6^1/_2$ Jahren nach der Ankunft in den dänischen Gewässern Blankaale, soweit es sich um weibliche Exemplare handelt. Dieses Resultat stimmt auch mit meinen Erfahrungen überein. Die Reifung der Genitalien erfordert eben, wie es scheint, eine gewisse minimale Zeitdauer unabhängig von der Grösse des Exemplares. So war z. B. das in Tab. V erwähnte, über 70 cm lange Exemplar aus dem See Stråken bei Aneboda, das nur 5 Jahreszonen der Schuppen aufwies, noch grün, obgleich ich sein absolutes Alter auf 7 Jahre schätzen muss.

Die männlichen Aale in den Teichen von Comacchio zeigten sich bereits im vierten Jahre nach Einsetzung in die Teiche im Wanderkleide. Nach Gemzøe beginnt die Abwanderung der Aalmännchen aus Dänemark wohl ein Jahr später, und die grosse Menge der skandinavischen männlichen Aale verweilt wohl $5^1/_2$ bis $7^1/_2$ Jahre in unseren Gewässern.

Die von mir untersuchten beiden Aalmännchen von Malmö (s. Tab. V) erreichen fast die höchste von Gemzøe festgestellte Altersgrenze. Sie hatten nach meiner Rechnung ein absolutes Alter von etwa 8 bezw. 9 Jahren erreicht.

Diese Vergleiche unserer Resultate mit denen Bellini's sind nicht im stande, unsere Berechnungen zu entwerten, sondern können eher zur Bestätigung dienen, wenn man in betracht zieht, dass in den geschlossenen Teichen unter dem warmen Sonnenschein Italiens die Nahrung eine reiche und die Winterruhe der Aale, falls überhaupt vorhanden, nur eine sehr kurze sein kann. Unter solchen Umständen kann man sich nicht über die etwas schnellere Entwicklung und Reifung der Aale in Comacchio wundern [1]).

---

[1]) Auch Johs. Schmidt konstatiert, dass »In the West of Europe many eel young migrate much earlier into fresh water than is the case on the coasts of the north of Europe, specially Denmark. In these, the metamorphosis from the 5th — 6th Stage must possibly be undergone more quickly«. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer. Tome V (1906) p. 174, note 2.

Gruppen, wie sie Bellini bei den aus Livorno bezogenen Glasaalen findet, konnten unter den mir zugesandten und von mir untersuchten schwedischen Jungaalen, die allerdings fast alle schon stark pigmentiert waren, nicht unterschieden werden. Falls auch, was ja an sich nicht unwahrscheinlich ist, unter den zur Reise nach dem Osten sich anschickenden Aaljungen sich analoge Gruppen unterscheiden lassen, und dafür scheint die grosse Verschiedenheit in der Grösse der einwandernden Glasaale auch im Norden zu sprechen, so ist die lange Wanderung durch die Nordsee nicht geeignet, scharfe Gruppenunterschiede zu bewahren.

Es ist vielmehr anzunehmen, dass die Geschlechtsgruppen schon bei den jüngsten Aalen durch ungleiches Wachstum ebenso verwischt werden, wie während der späteren Entwicklung die Altersgruppen. Um unter den jüngsten Glasaalen Geschlechtsgruppen zu konstatieren, wäre es nötig, daraufhin die Montée an den Küsten von England, Frankreich und Spanien zu untersuchen.

Was den jährlichen Zuwachs betrifft, so stellt Gemzøe fest, dass im ersten Jahr in den dänischen Gewässern die Länge des jungen Aales nur um 1 cm durchschnittlich zunimmt, im zweiten Jahr um etwa 5 cm, im dritten um etwa 10 cm. Damit sei aber auch das Maximum jährlichen Längenzuwachses erreicht, denn hernach werde er wieder geringer.

Nach Bellini beträgt der jährliche Zuwachs ohne Fütterung bei weiblichen Aalen schon im ersten Jahre 11—16 cm, im zweiten Jahre etwa 15 bis 25 cm, im dritten Jahre aber kaum noch 10 cm. Bei männlichen Aalen war in den Teichen von Comacchio der Zuwachs im ersten Jahr etwa 6 cm, im zweiten 11 cm und im dritten gleich 0.

Nach meinen Erfahrungen an Aalen aus den schwedischen Gewässern ist allerdings das Wachstum in den ersten Lebensjahren ein ausserordentlich langsames und beträgt bis zum Auftreten der ersten Schuppen nur wenige Zentimeter im Jahr. Nehmen wir an, dass im Sommer des dritten Lebensjahres die zweiten Knochenzylinder um die Wirbelkörper und im vierten Sommer die ersten Schuppen bei der Mehrzahl der Jungaale angelegt werden, so finden wir zwischen den Durchschnittslängen dieser beiden Jahrgänge die grösste Differenz, die im Durchschnitt ungefähr 15 cm erreichen kann. In dem Sommer, in dem die ersten Schuppen auftreten, findet auch das stärkste Längenwachstum statt.

Nach Gemzøe's und meinen ziemlich übereinstimmenden Schätzungen fällt also das grösste Längenwachstum bei den Aalen Skandinaviens in das dritte Jahr, gerechnet von der Einwanderung an, nach Bellini bei den italienischen Aalen in das zweite.

Zwischen dem 4. und 5. Lebensjahr ist die durchschnittliche Längendifferenz geringer, doch immerhin noch fast 10 cm, um im Jahre darauf auf etwa 5 cm herabzugehen. Die älteren Jahrgänge lassen noch keine Vergleichung zu, da bisher aus schwedischen Gewässern zu wenige Exemplare auf Schuppen- und Wirbelzonen untersucht worden sind. Interessant ist jedenfalls das Resultat, dass das schnellste Wachstum in demjenigen Sommer stattfindet, in welchem die ersten Schuppen auftreten, und auffallend ist es, dass die Aale in diesem Stadium wenig gefangen werden. Unter den fast 200 von mir gemessenen und auf Jahreszonen der Schuppen untersuchten Aalen, fanden sich nur 6 Exemplare mit *einer* Jahreszone gegenüber 85 Exemplaren mit *zwei* Jahreszonen in den ältesten Schuppen (vgl. Tab. II und III). Dieses ungleiche Verhältnis lässt sich durch den Umstand erklären, dass die Aale dieses Jahr des schnellsten Wachstums zum grössten Teil noch im Meere verleben, wo sié auf ihrer Wanderung nach Osten in der Ostsee vor den Nachstellungen des Menschen gut geschützt sind. Die wenigen Exemplare mit beginnender Schuppenbildung (Tab. II), die ich erhielt, stammten aus dem Wasserfall Trollhättan, waren also direkt aus dem Skagerak in den Götaelf eingewandert, und nur ein einziges Exemplar stammte von der Ostküste Schwedens aus dem Motalaelf.

Auch Aale mit drei Jahreszonen der ältesten Schuppen werden zusammen mit der nächst jüngeren Altersklasse vom Juli bis zum September in den Flussmündungen an der Ostküste Schwedens beim Aufstieg in die Flüsse gefangen. Sie machten jedoch am 12. September 1907 nur etwa 20 % der Gesamtzahl meiner Probe aus dem Dalelf und etwa 15 % in der am 18. Juli 1908 aus dem Motalaelf gefischten Probe aus (vgl. Tab. III und IV). Dieses Verhältnis braucht kein zufälliges zu sein, sondern kann, was ganz natürlich wäre, anzeigen, das weiter im Norden die Zahl der Aale mit drei Jahresringen der Schuppen grösser ist als im Süden. Nach Analogie der aus der Ostsee auswandernden Blankaale, von denen nicht alle in demselben Jahre die Nordsee erreichen, da stets eine Anzahl in der Ostsee überwintert [1]), können wir wohl sicher annehmen, dass auch bei der Einwanderung in die Ostsee sich mancher Aal verspätet, und diese Nachzügler sind es, die das Kontingent der Aale mit 3 Jahreszonen der Schuppen in den Flussmündungen ausmachen neben anderen, die vielleicht später die Reise nach Osten angetreten haben.

---

[1]) F. Trybom und Guido Schneider, Die Markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichneter Aale in der Ostsee. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer. Vol. IX. (1908) p. 58.

Da die Einwanderung der Aale in die Ostsee während der Zeit des schnellstens Wachstums und der Schuppenbildung beginnt, müssen wir annehmen, dass dieser Wanderung eine Zeit der Ruhe vorausgegangen ist, in welcher der Jungaal Gelegenheit fand, sich zu mästen und Reservestoffe für die Zeit der Wanderung zu sammeln. Hierzu hat der Aal auch reichlich Zeit während des ersten und zweiten Sommers im Skagerak und Kattegat, d. h. während der Zeit, die er vor dem Auftreten der ersten Schuppen zwischen der Ufervegetation schwedischer und dänischer Buchten verlebt. Die Bäuche junger Aale aus dieser Periode sind meist mit Artropodenresten prall gefüllt.

Was wir weiter über die Wanderung der Aale ostwärts längs der Südküste Schwedens wissen, ist sehr wenig. In der zweiten Hälfte des Juni beobachtete der Fischereiinstruktor C. E. Eriksson[1]) im Unterlauf der Mieå, die sich bei Karlshamn in die Ostsee (Bornholmsee) ergiesst, 10 bis 15 cm lange einwandernde Aale in grosser Menge.

Der nächste Punkt, von dem ich Daten erhielt, ist die Insel Arkö an der Ostküste Schwedens (58° 30′ n. Br.). Hier werden nach Mitteilung von Dr. K. A. Andersson schon Ende Mai 20 bis 30 cm lange Aale angetroffen.

Diese beiden Angaben lassen schon vermuten, dass die bei Arkö so früh im Jahr auftretenden Jungaale, wenigstens grösstenteils, an der Ostseeküste Schwedens überwintert haben. Diese Überwinterungshypothese erhält ferner ihre Bestätigung durch den Umstand, dass ich unter den bei Norrköping aus dem Motalaelf, dessen Mündung sich 50° 37′ n. Br. befindet, am 18. Juli 1908 gefangenen jungen einwanderden Aalen nur noch ein einziges Exempla fand, dessen Schuppen alle nur aus der ersten Jahreszone bestanden (vgl. Tab. II). Von den übrigen hatten 30 zwei Jahreszonen und 6 drei Jahreszonen der ältesten Schuppen. Es findet also, wie ich oben bereits angedeutet habe, neben der ersten regulären Überwinterung noch eine zweite gelegentliche statt.

Im Motalaelf bei Norrköping, d. h. nahe vor der Mündung dieses Flusses in einen langen Fjord, trifft also Mitte Juli der Hauptschwarm ein, im Dalelf aber bei Elfkarleby (ca. 60° 40′ n. Br.) erst im September.

Sowohl im Dalelf, als auch in dem noch weiter nördlich in die Bottensee sich ergiessenden Ljusnan (61° 15′ n. Br.) hat Dr. Filip Trybom junge Aale von 23 bis 43 cm Länge schon vom

[1]) F. Trybom und Guido Schneider, Das Vorkommen von »Montées« und die Grösse der kleinsten Aale in der Ostsee und in deren Flüssen. Rapports et Procès-verbaux du Conseil International pour l'exploration de la mer. Vol IX (1908) p. 61–63.

Juli an bis in den September in früheren Jahren angetroffen [1]). Es ist eben sehr möglich und auch wahrscheinlich, dass sowohl der Beginn der Einwanderung, als auch das Erscheinen in den Flüssen der schwedischen Ostküste in verschiedenen Jahren nicht immer zu derselben Zeit stattfindet. Sehr treffend schildert Dr. Filip Trybom in kurzen Worten die Aaleinwanderung folgendermassen: Nachdem der Glasaal die schwedische Westküste erreicht hat und nach einiger Zeit die dunkle Pigmentierung sich eingefunden hat, »beginnen die Aaljungen sich auf dem Boden aufzuhalten und zu essen«. »Ein Trupp nach dem anderen macht Halt, um an den Küsten zu wachsen und um in den nächsten Wasserlauf hinaufzusteigen; in die Ostsee dringen gewiss Millionen, doch verhältnismässig wenige im Vergleich zu denen, welche auf den zuerst erreichten Plätzen zurückbleiben und wachsen. Es kann angenommen werden, dass die Jungaale in kälteren Gegenden verhältnismässig längere Zeit im Meere sich aufhalten, bevor sie in die Flussmündungen sich begeben, da sie das Steigen der Temperatur abwarten« [2]). Ich möchte noch hinzufügen, dass wahrscheinlich auch in kälteren Jahren die einwandernden Aale sich längere Zeit im Meere aufhalten, als in warmen Jahren mit zeitigem Schwinden des Eises auf den Flüssen.

Im Mai bis September des fünften Lebensjahres trifft also die Mehrzahl der einwandernden Aale in den Mündungen der in die Gottlandsee und in die Bottensee sich ergiessenden Flüsse Schwedens ein, um diese Gewässer nach etwa fünf bis sieben Jahren als Blankaale wieder zu verlassen und sich durch Kattegat, Skagerak und Nordsee als 10 bis 12 jährige Fische in den Atlantischen Ozean zum Zweck des Laichens zu begeben.

Da das Wachstum der Aale, wie wir gesehen haben, durch äussere Umstände, Nahrungsmenge, Temperatur etc., stark beeinflusst wird, sind jedoch absolut genaue und für alle Jahre passende Durchschnittszahlen aus dem bisher untersuchten Materiale noch nicht zu gewinnen.

---

[1]) F. Trybom, Über die Aalfrage, Protokolle der 5 Deutschen Fischzüchter Konferenz und des 3. Deutschen Fischereitages, 1891 p. 30.

[2]) F. Trybom. Ålens Forplantningsförhållanden. Svensk Fiskeri-Tidsskrift, 15 årg. 1906 p. 137—138.

NB. Une **LISTE DES PUBLICATIONS** du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer, savoir:

Série A: Rapports et Procès-Verbaux des réunions

— B: Bulletin (trimestriel) des résultats acquis pendant les croisières périodiques etc.

— C: Publications de circonstance

— D: Bulletin statistique

a paru en Janvier 1907. Elle est envoyée **franco**, sur demande adressée à MM. **Andr. Fred. Høst et Fils,** libraires à Copenhague.

Imprimerie J. Jørgensen & Cie (M. A. Hannover)